

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-282884

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H01L 29/785

H01L 51/00

H05B 33/14

(21)Application number : 2002-086669

(71)Applicant : KANSAI TLO KK

(22)Date of filing : 26.03.2002

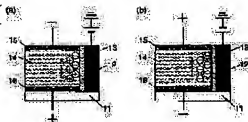
(72)Inventor : YAHIRO MASAYUKI  
ISHIDA KENJI  
MATSUSHIGE KAZUMI

(54) SIDE GATE TYPE ORGANIC FET AND ORGANIC EL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic FET which can be used practically even if an organic semiconductor amorphous thin film of low mobility is employed, and to provide an organic EL element capable of having a large open area ratio and requiring no peripheral transistor.

SOLUTION: The side gate type organic FET is fabricated by standing a gate electrode 12 on a substrate 11 and forming a carrier moving layer 14 of an organic semiconductor on the same substrate. The carrier moving layer 14 touches the gate electrode 12 through an insulation film 13. A source electrode layer 15 and a drain electrode layer 16 are formed, respectively, above and below the carrier moving layer 14. Furthermore, two control electrodes are stood on the substrate and an organic semiconductor light emitting layer is formed on the same substrate to touch both control electrodes through the insulation layer. Injection electrode layers are formed above and below the light emitting layer. When voltages of different polarity are applied to both control electrodes, holes and carriers are recombined in the light emitting layer to emit light.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] a) Side gate mold organic [ which is characterized by having the gate electrode set up on the substrate, the carrier moving bed which has been arranged so that the above-mentioned gate electrode may be touched through b insulator layer, and which consists of an organic semiconductor, and the source electrode layer by which the c above-mentioned carrier moving bed has been arranged up and down and a drain electrode layer / FET ].

[Claim 2] Side gate mold organic [ which is characterized by the above-mentioned gate electrode consisting of two or more gate electrodes with which the same polar electrical potential difference is impressed / according to claim 1 / FET ].

[Claim 3] a) two or more control electrodes set up on the substrate, the emitter layer which has been arranged so that each control electrode may be touched through b insulator layer and which consists of an organic semiconductor, one pair of impregnation electrode layers by which the c above-mentioned emitter layer has been arranged up and down, and d — the organic electroluminescence characterized by having the luminescence control circuit which impresses the control voltage of reversed polarity to at least two control electrodes.

[Claim 4] Organic electroluminescence according to claim 3 characterized by the above-mentioned emitter layer consisting of the layered product of n mold barrier layer and p mold barrier layer.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to FET (field-effect transistor) and EL (Electroluminescence, electroluminescence devices) which used the organic semiconductor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The application to the electron device of an organic material starts in full-scale utilization of organic electroluminescence (ELectroluminescence), and attracts attention with the organic big device driven actively by the announcement of the organic transistor (Organic Field EffectTransistor:OFET) using organic single crystals by the group of J.H.Shon of a Bell lab, such as pentacene and alpha-sexithiophene.

[0003] First, the conventional technique about organic [ FET ] is explained. As shown in drawing 5, organic [ FET ] constitutes the channel 53 between the source 51-drains 52 from an organic semiconductor, and is not different from inorganic [ which is generally used in configuration / FET ] at all. However, with an organic semiconductor, each can become a carrier to either an electron or an electron hole serving as a carrier with inorganic semiconductors, such as silicon. For this reason, in an organic semiconductor, it is hard to attach distinction of clear p mold /n mold, and most quantity of the electron is expected to operate as a carrier also in many p type semiconductors to an organic semiconductor.

[0004] The trouble of current and an organic semiconductor is carrier mobility. Now the carrier mobility of an organic-semiconductor amorphous thin film is dramatically as late as about 2/V.s ten to 6cm, and even if it uses for FET etc., it is difficult to acquire working speed and property sufficient in a power side. Therefore, although organic [ using an organic single crystal / FET ] is proposed, in order to produce an organic single crystal, time amount and cost serve as a serious failure. Moreover, it also becomes spoiling the big advantage of an organic-semiconductor device called the possibility of a device with flexible nature.

[0005] Even if this invention solves such a technical problem about organic [ FET ] to the 1st and uses an organic-semiconductor amorphous thin film with late mobility for it, it offers organic [ which can bear practical use / FET ].

[0006] Next, the conventional technique about organic electroluminescence is explained. As shown in drawing 6, on the transference substrate 61, the organic electroluminescence of structure carries out the laminating of the electron hole transporting bed 62 and the electronic transporting bed (luminous layer) 63, and usually sandwiches both in the transference anode plate 64 and cathode 65. An organic electroluminescence ingredient is used for the electron hole transporting bed 62 and a luminous layer 63.

[0007] Organic electroluminescence is a current controlling element, and as shown in drawing 7, the luminescence brightness is proportional to a current (current density) mostly. However, to an electrical potential difference, it is a digit unit and is [ as opposed to / as shown in drawing 8 / a slight electrical-potential-difference change ] brightness (and current.). Drawing 9 changes. Therefore, when using an EL element as a display which needs delicate intensity control, the circuit for changing a signal level into an actuation current is needed.

[0008] As an example, if it is going to control the luminescence reinforcement of organic electroluminescence by the active matrix, the actuation circuit will become like drawing 10. First, an electrical potential difference is impressed to the gate line of the line where the pixel belongs, and a transistor Tr1 is made into switch-on. Since the write-in transistor Tr1 is in switch-on in the meantime when a data signal (status signal) is supplied to a source lateral electrode, this status signal is accumulated in capacity C. The switch-on of the actuation transistor Tr2 is controlled by the amount of charges of the status signal accumulated in this capacity C, and the amount of currents supplied to the organic EL device which is that pixel is determined.

[0009] Since the duty of organic electroluminescence of operation of the display unit using the organic electroluminescence of this active matrix is close to 100%, if the life of an EL element is disregarded, it has the advantage that a daylight display can be performed, by passing a high current. However, it has the technical problem that the cost of transistor production is high, and that a numerical aperture (value which \*\* (ed) area of a light-emitting part in the area of a pixel) is low, from at least two transistors being needed for driving one EL element as mentioned above.

[0010] This invention also solves the technical problem of such organic electroluminescence, and offers the organic EL device which can take a numerical aperture with a surrounding, unnecessarily big transistor.

[0011]

[Means for Solving the Problem] First, it is characterized by equipping side gate mold organic [ concerning this invention / FET ] with the gate electrode set up on a substrate, the carrier moving bed which has been arranged so

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

that the above-mentioned gate electrode may be touched through b insulator layer and which consists of an organic semiconductor, and the source electrode layer by which the c above-mentioned carrier moving bed has been arranged up and down and a drain electrode layer.

[0012] moreover, the emitter layer which has been arranged so that each control electrode may be touched through two or more control electrodes with which the organic electroluminescence concerning this invention was set up on a substrate, and b insulator layers and which consists of an organic semiconductor, one pair of impregnation electrode layers by which the c above-mentioned emitter layer has been arranged up and down, and d — it is characterized by to have the luminescence control circuit which impresses the control voltage of reversed polarity to at least two control electrodes.

[0013]

[The gestalt and effectiveness] of implementation of invention As for a gate electrode, in current FET, arranging to parallel to the field of a substrate is common as above-mentioned. however, the thing arranged at the flank (side) of the carrier moving bed 14 which set up the gate 12 on the substrate 11 and was similarly laid on the substrate 11 as shown in drawing 1 (minding an insulator layer 13) — the travel of a carrier — short — it can carry out (since channel width is thickness, it becomes nano order) — the touch area of the carrier moving bed 14, and the source / drain electrodes 15 and 16 can be enlarged dramatically. For this reason, it is set to large FET of the allowable current with a large enough switching rate even if it uses the late amorphous organic semiconductor of carrier mobility for the carrier moving bed 14. Moreover, in conventional FET, since a source electrode, a channel, and a drain electrode had to be located in a line on the same level on a substrate, in order to form them, it had to pass through the complicated lithography process, but with the side gate FET structure concerning this invention, since a source electrode, the carrier moving bed (organic-semiconductor layer), and a drain electrode layer are carrying out the laminating to order on the substrate, a laminated structure can be easily built using simple vacuum deposition etc. For this reason, the width of face of selection of an electrode material spreads. Moreover, it can also consider as a flexible device by selection of a raw material.

[0014] An electrode advantageous to impregnation is used for a source electrode and a drain electrode to the carrier which should be controlled. For example, in the case of an electron, electrodes (for example, Mg etc.) with the work function suitable for LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbit, minimum non-occupying molecular orbital) of the carrier moving bed are used, and it uses the electrode (for example, ITO=Indium Tin Oxide, an indium-stannic-acid ghost) which HOMO (Highest Occupied Molecular Orbit, the highest occupancy molecular orbital) and a work function suited for a hole injection.

[0015] In addition, as shown in drawing 1 (a) and (b), FET concerning this invention operates theoretically, even if the gate electrode 12 is either forward or negative, but as shown in drawing 2 (a) and (b), it can raise carrier density by arranging the gate electrode 22 on both sides of the carrier moving bed 24 (to or perimeter). In this case, the same polar electrical potential difference is impressed to both sides of the surrounding gate electrode 22.

[0016] The configuration of drawing 2 side gate mold organic [ FET ] is explained. The gate electrode 22 is set up on the substrate 21 which consists of transparent construction material, such as glass or a polymer. An insulator layer 23 is formed in the perimeter of the gate electrode 22 by the approach of oxidizing the front face of the gate electrode 22. On a substrate 21, the laminating of the carrier moving bed 24 which consists of an organic semiconductor is carried out again so that an insulator layer 23 may be touched. The laminating of the up electrode 25 and the lower electrode 26 is carried out to the upper and lower sides of the carrier moving bed 24. Among the up electrode 25 and the lower electrode 26, either serves as a source electrode and another side serves as a drain electrode. In addition, since the both sides of an electron hole electron can become a carrier as aforementioned in the case of an organic semiconductor, these can also call it a cathode/anode.

[0017] In the organic semiconductor which constitutes the carrier moving bed 24 For example, with n mold (electronic transport mold), it is N and N'-dimethyl perylene, - 3, 4, 9, 10-screw dicarboximide, Copper (II) 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25-hexadecafluoro-29H, 31 H-phta locyanine, etc. In p mold (hole transport mold), acenes, such as Copper(II) phthalocyanine, pentacene, an anthracene, and tetracene, alpha-sexthiophene, thiophene oligomer, etc. can be used. Gold, aluminum, silicon, polish recon, etc. and a transparent electrode can be used for the gate electrode 22. Moreover, in the case of n mold, in the case of p mold, an alloy with alkali metal with a small work function, alkaline earth metal or they and aluminum, silver, etc. can be used for a source electrode and a drain electrode for ITO with a large work function, gold, platinum, lead, etc.

[0018] Next, the organic electroluminescence concerning this invention is explained. In organic [ of the structure of drawing 2 / FET ], as shown in drawing 3, a polar electrical potential difference which is different in the gate electrode 32 of both sides is impressed, and the electron hole and electron which were generated near both the gates electrode 32 (it can also be called a control electrode) recombine and emit light within an organic electroluminescence ingredient (emitter layer) by mixing an organic electroluminescence ingredient in the organic-semiconductor layer 34. That is, it is completion of organic electroluminescence. The above-mentioned source electrode and a drain electrode turn into the impregnation electrodes 35 and 36.

[0019] Since the organic electroluminescence concerning this invention can control an electron hole and concentration of electrons by the electrical potential difference impressed to a control electrode 32 and can control the amount of luminescence, the direct armature-voltage control of it becomes possible. Therefore, the transistor for voltage-current conversion like drawing 10 becomes unnecessary, and it becomes possible to raise a numerical aperture.

[0020] In addition, the conventional thing can be used for a substrate, an electrode, and an organic

THIS PAGE BLANK (USPTO)



electroluminescence ingredient as it is.

[0021] When considering as organic electroluminescence, as shown in drawing 4, a lot of recombination can be generated by introducing p-n junction into an organic-semiconductor layer. Moreover, in the organic electroluminescence of this invention, it is advantageous to make thickness of an organic-semiconductor layer larger than before, and thereby, while raising luminescence reinforcement, improvement in the dependability of a device can also be expected.

[0022] The configuration of the organic electroluminescence of drawing 4 is explained. On the substrate 41 which consists of transparent construction material, such as glass or a polymer, forward and the negative control electrode 42 are set up. An insulator layer 43 is formed in the front face of both the control electrodes 42 by oxidation etc. On a substrate 41, the laminating of the transparence anode plate 46 is carried out first, and the laminating of the electron hole transporting bed 44 and the electronic transporting bed (luminous layer) 45 is further carried out to order. The laminating of the cathode 47 is carried out to the upper part of the electronic transporting bed 45.

[0023] Of course, the laminating of the electron hole transporting bed 44 and the electronic transporting bed 45 (and an anode plate/cathode) may be carried out to reverse.

[0024] It triphenylamine(s), the above-mentioned electron hole transporting bed 44 — for example, triphenyl diamine, 4, 4', and 4''-tris [3-methylphenyl(phenyl) amino] — It triphenylamine(s), 4, 4', and 4''-tris [1-naphthyl (phenyl) amino] — It triphenylamine(s), 4, 4', and 4''-tris [2-naphthyl(phenyl) amino] — It triphenylamine(s), 4, 4', and 4''-tris [biphenyl-4-yl-(3-methylphenyl) amino] — It triphenylamine(s), 4, 4', and 4''-tris [9 and 9-dimethyl-2-fluorenyl(phenyl) amino] — 4, 4', 4''-tri(N-carbazolyl) triphenylamine, 1, 3, 5-tris[N-(4-diphenylaminophenyl) phenylamino] benzene, 1, 3, 5-tris[4-(methylphenyl(phenyl) amino) phenyl] benzene, N, N'-di(biphenyl-4-yl)-N, N'-diphenyl-[1, 1'-biphenyl]-4, 4'-diamine, N, N, N', N'-tetrakis(9 and 9-dimethyl-2-fluorenyl)-[1, 1'-biphenyl]-4, 4'-diamine, etc. can be used, the above-mentioned electronic transporting bed 45 — for example, a quinolinol aluminum complex, an oxadiazole derivative, 1 and 3, and 5-tris[5-(4-tert-butylphenyl) — 1, 3, 4-oxadiazol-2-yl]benzene, 5, and 5'-bis(dimesitylboryl)-2 and 2-bithiophene, and '5, 5' — 'bis (dimesitylboryl) 2 and 2' — :5'2'-terthiophene etc. can be used.

[0025] Gold, aluminum, silicon, polish recon, etc. and a transparent electrode can be used for the above-mentioned control electrode 42, for example, ITO, an indium zinc acid ghost, the conductive poly aniline, etc. can be used for an anode plate 46. A magnesium silver alloy, a magnesium indium alloy, a magnesium copper alloy, an aluminium-lithium alloy, etc. can be used for cathode 47.

[0026] In addition, with the structure of the present organic electroluminescence shown in drawing 6, since a recombination field and the metal electrode are very near, even if it is going to make it laser, the absorption of light by the metal electrode poses a problem. By the organic electroluminescence concerning this invention, impregnation mold organic laser may be realizable to it by carrying out the laminating of the ingredient with high FET mobility thickly (it may differ from the mobility (for example, TOF value measured using law, an I-V property, etc.) of the organic semiconductor generally known, and FET mobility).

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view showing the basic configuration side gate mold organic [ FET ] concerning this invention.

[Drawing 2] The sectional view showing another example of a configuration side gate mold organic [ FET ] concerning this invention.

[Drawing 3] The sectional view showing the example of 1 configuration of the side gate mold organic electroluminescence concerning this invention.

[Drawing 4] The sectional view showing another example of a configuration of the side gate mold organic electroluminescence concerning this invention.

[Drawing 5] The sectional view showing the conventional configuration organic [ FET ].

[Drawing 6] The sectional view showing the configuration of the conventional organic electroluminescence.

[Drawing 7] The graph which shows the relation between the current density of organic electroluminescence, and luminescence brightness.

[Drawing 8] The graph which shows the electrical potential difference of organic electroluminescence, and the relation of luminescence brightness.

[Drawing 9] The graph which shows the electrical potential difference of organic electroluminescence, and the relation of current density.

[Drawing 10] The circuit diagram of the organic electroluminescence actuation circuit of an active matrix.

[Description of Notations]

11 21 — Substrate

12 22 — Gate electrode

13 23 — Insulator layer

14 24 — Carrier moving bed

15 25 — Up electrode

16 26 — Lower electrode

31 41 — Substrate

32 42 — Control electrode

33 43 — Insulator layer

34 — Organic electroluminescence luminous layer

44 — Electron hole transporting bed

45 — Electronic transporting bed (luminous layer)

35, 36, 46, 47 — Impregnation electrode

---

[Translation done]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

| (5) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | P I           | テグコード(参考)         |
|--------------------------|------|---------------|-------------------|
| H 0 1 L 29/788           |      | H 0 5 B 33/14 | A 3 K 0 0 7       |
| 51/00                    |      | H 0 1 L 29/78 | 6 1 8 B 5 F 1 1 0 |
| H 0 5 B 33/14            |      | 29/28         |                   |
|                          |      | 29/78         | 6 2 6 A           |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-86689(P2002-86689)

(22) 出願日 平成14年3月26日(2002.3.26)

(71) 出願人 899000046

関西ティール・エール・オー株式会社  
京都府京都市下京区中堂寺聖田町93番地  
八尋 正幸(72) 発明者 京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャー  
ビジネスラボラトリー内(72) 発明者 石田 謙司  
京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャー  
ビジネスラボラトリー内(74) 代理人 100095670  
弁理士 小林 良平 (外1名)

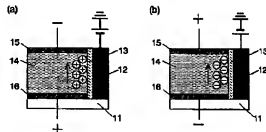
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サイドゲート型有機FET及び有機EL

(57) 【要約】

【課題】 移動度の高い有機半導体アモルファス薄膜を用いても実用に堪える有機FETを提供する。また、周辺のトランジスタが不要であり、且つ、大きな開口率をとることのできる有機EL素子を提供する。

【解決手段】 サイドゲート型有機FETとする。すなわち、基板11上にゲート電極12を立設し、同じく基板上に有機半導体から成るキャリア移動層14を積層する。キャリア移動層14は、絶縁膜13を介してゲート電極12に接するようにする。そして、キャリア移動層14の上下にソース電極層15とドレイン電極層16を積層する。また、有機ELは、基板上に2つの制御電極を立設し、同じく基板上に、有機半導体発光層を積層して、絶縁膜を介して両制御電極に接するようにする。発光層の上下には注入電極層を積層する。両制御電極に異なる極性の電圧を印加することにより、正孔及びキャリアが発光層内で再結合し、発光が生ずる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 a)基板上に立設されたゲート電極と、  
b)絶縁膜を介して上記ゲート電極に接するように配置された、有機半導体から成るキャリア移動層と、  
c)上記キャリア移動層の上下に配置された、ソース電極層とドレイン電極層と、

を備えることを特徴とするサイドゲート型有機FET。

【請求項2】 上記ゲート電極が、同一の極性の電圧が印加される2個以上のゲート電極から成ることを特徴とする請求項1に記載のサイドゲート型有機FET。

【請求項3】 a)基板上に立設された2つ以上の制御電極と、

b)絶縁膜を介して各制御電極に接するように配置された、有機半導体から成る発光体層と、

c)上記発光体層の上下に配置された1対の注入電極層と、

d)少なくとも2つの制御電極に逆極性の制御電圧を印加する発光制御回路と、

を備えることを特徴とする有機EL。

【請求項4】 上記発光体層がn型活性層とp型活性層の積層体から成ることを特徴とする請求項3に記載の有機EL。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機半導体を用いたFET（電界効果トランジスタ）及びEL（Electroluminescence、電界発光素子）に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】有機材料の電子デバイスへの応用は、有機EL（Electroluminescence）の本格的な実用化に始まり、Bell研究所のJ.H. Shownのグループによるベンゼン系や $\alpha$ -sexithiopheneなどの有機単結晶を用いた有機トランジスタ（Organic Field Effect Transistor: OFET）の発表によって、能動的に駆動する有機デバイスが大きな注目を集めている。

【0003】まず、有機FETに関する従来技術を説明する。有機FETは図5に示すように、ソース51・ドレイン52間のチャネル53を有機半導体で構成したものであり、構成的には一般に用いられている無機FETと何ら変わらない。ただし、シリコン等の無機半導体では電子又は正孔のいずれか一方のみがキャリアとなるのに対し、有機半導体ではいずれもキャリアとなり得る。このため、有機半導体においては明確なp型/n型の区別はつづき、有機半導体に多いp型半導体においてもかなりの量の電子がキャリアとして動作しているものと見られている。

【0004】現在、有機半導体の問題点は、キャリア移動度である。有機半導体アモルファス薄膜のキャリア移動度は現在のところ $10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/V・s程度と非常に遅く、FET等にも用いても動作速度及び電圧面で十分な特性を得ること

が難しい。そのため、有機単結晶を用いた有機FETが提案されているが、有機単結晶を作製するためには時間とコストが大きな障害となる。また、フレキシブル性を持つデバイスの可能性という有機半導体デバイスの大きな利点を損なうことにもなる。

【0005】本発明は第1に、有機FETに関するこのような課題を解決し、移動度の遅い有機半導体アモルファス薄膜を用いても実用に堪えうる有機FETを提供する。

【0006】次に、有機ELに関する従来技術を説明する。図6に示すように、通常構造の有機ELは、透明基板61上に正孔輸送層62と電子輸送層（発光層）63を積層し、両者を透明陽極64と陰極65で挟んだものである。正孔輸送層62と発光層63に有機EL材料が使用される。

【0007】有機ELは電流制御素子であり、図7に示すように、その発光輝度は電流（電流密度）にほぼ比例する。しかし、電圧に対しては、図8に示すように、僅かの電圧変化に対しても桁単位で輝度が（及び電流、図9）が変化する。従って、微少な輝度制御に必要な表示装置としてEL素子を使用する場合、信号電圧を駆動電流に変換するための回路が必要となる。

【0008】一例として、アクティブマトリクス方式で有機ELの発光強度を制御しようとする、その駆動回路は図10のようになる。まず、その画素が属するラインのゲートラインに電圧を印加し、トランジスタTr1を導通状態にする。この間に、ソース側電極にデータ信号（表示信号）を供給すると、書きトランジスタTr1が導通状態にあるため、この表示信号は容量Cに蓄積される。この容量Cに蓄積された表示信号の電荷量により駆動トランジスタTr2の導通状態が制御され、その画素の有機EL素子に供給される電流量が決定される。

【0009】このアクティブマトリクス方式の有機ELを用いたディスプレイ装置は、有機ELの動作デューティが100%に近いため、EL素子の寿命を無視すれば、大電流を流すことにより高輝度表示が行えるという利点を有する。しかし、上記のように、1個のEL素子を駆動するのに最低2個のトランジスタが必要となることから、トランジスタ作製のコストが高いこと、及び、開口率（発光部の面積を画素の面積で除した値）が低いこと、という課題を有している。

【0010】本発明はこのような有機ELの課題をも解決し、周辺のトランジスタが不要であり、且つ、大きな開口率をとることのできる有機EL素子を提供する。

【0011】

【課題を解決するための手段】まず、本発明に係るサイドゲート型有機FETは、

a)基板上に立設されたゲート電極と、

b)絶縁膜を介して上記ゲート電極に接するように配置された、有機半導体から成るキャリア移動層と、

c)上記キャリア移動層の上下に配置された、ソース電極

層とドレイン電極層と、を備えることを特徴とする。

【0012】また、本発明に係る有機ELは、  
a) 基板上に立設された2つ以上の制御電極と、  
b) 絶縁膜を介して各制御電極に接するように配置された、有機半導体から成る発光体層と、  
c) 上記発光体層の上下に配置された1対の注入電極層と、

の少なくとも2つの制御電極に逆極性の制御電圧を印加する発光制御回路と、を備えることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態及び効果】上記の通り、現在のFETでは、ゲート電極は基板の面に対して平行に配置するのが一般的である。しかし、図1に示すように、ゲート12を基板11上に立設し、同じく基板11上に設置したキャリア移動層14の側面(サイド)に(絶縁膜13を介して)配置することにより、キャリアの移動距離を短くすることができる(チャネル幅が狭いため、ナノオーダーとなる)とともに、キャリア移動層14とソース/ドレイン電極15、16との接触面積を非常に大きくすることができる。このため、キャリア移動層14にキャリア移動度の高いアモルファス有機半導体を用いても、十分スイッチング速度の大きい、許容電流の大きいFETとなる。また、従来のFETではソース電極、チャネル、ドレイン電極が基板11に同一レベルで並べなければならないため、それらを形成するために複雑なリソグラフィ工程を経なければならなかったが、本発明に係るサイドゲートFET構造では、ソース電極、キャリア移動層(有機半導体層)、ドレイン電極層が基板上に順に積層しているため、単純な蒸着法等を用いて容易に積層構造を構築することができる。このため、電極材料の選択の幅が広がる。また、素子の選択により、フレキシブルなデバイスとすることもできる。

【0014】ソース電極、ドレイン電極には、制御すべきキャリアに対して注入に有利な電極を使用する。例えば、電子の場合はキャリア移動層のLUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbit, 最低非占有分子軌道) に合った仕事関数を持つ電極(例えばMoなど)を使用し、正孔注入にはHOMO (Highest Occupied Molecular Orbit, 最高占有分子軌道)と仕事関数の合った電極(例えば、IT-O-Indium Tin Oxide、インジウム-スズ酸化物)を使用する。

【0015】なお、本発明に係るFETは、図1(a)、(b)に示すように、ゲート電極12が正又は負のいずれか一方のみであっても原理的に動作するが、図2(a)、(b)に示すように、キャリア移動層24の両側に(或いは周囲に)ゲート電極22を配置することにより、キャリア密度を上げることができる。この場合、両側又は周囲のゲート電極22には同一極性の電圧を印加する。

【0016】図2のサイドゲート型有機FETの構成を説明する。ガラスまたはポリマー等の透明な材質から成る

基板21上にゲート電極22を立設する。ゲート電極22の周囲には、ゲート電極22の表面を酸化させる等の方法により、絶縁膜23を形成する。基板21上には又、絶縁膜23に接するように、有機半導体から成るキャリア移動層24を積層する。キャリア移動層24の上下に上部電極25及び下部電極26が積層される。上部電極25及び下部電極26のうちどちらか一方がソース電極、他方がドレイン電極となる。なお、有機半導体の場合は前記の通り正孔電子の双方がキャリアとなり得るため、これはカソード/アノードとも呼び得る。

【0017】キャリア移動層24を構成する有機半導体には、例えばn型(電子輸送型)ではN,N'-ジメチルピリレン-3,4,9,10-ビスジアルボキシド、Copper(II) 1,2,3,4,8,9,11,15,16,17,18,22,23,24,25-hexadecafluoro-29H,31H-*phthalocyanine*等を、p型(ホール輸送型)ではCopper(II) *phthalocyanine*、ペンタセン、アントラセン、テトラセンなどのアセン類、 $\alpha$ -sexithiophene、チオフェンオリゴマー等を用いることができる。ゲート電極22には、例えば金、アルミニウム、シリコン、ポリシリコン等や透明電極を用いることができる。また、ソース電極及びドレイン電極は、n型の場合は仕事関数が小さいアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらとアルミニウム、銀などの合金等を、p型の場合は仕事関数大きいITO、金、白金、鉛等を用いることができる。

【0018】次に、本発明に係る有機ELについて説明する。図2の構造の有機FETにおいて、図3に示すように、両側のゲート電極32に異なる極性の電圧を印加し、有機半導体層34に有機EL材料を混入することにより、両ゲート電極32(制御電極とも呼び得る)の近傍で生成された正孔及び電子が有機EL材料(発光体層)内で再結合し、発光する。すなわち、有機ELの完成である。上記のソース電極、ドレイン電極は注入電極35、36となる。

【0019】本発明に係る有機ELは、制御電極32に印加する電圧により正孔・電子濃度を制御し、発光量を制御することができるため、直接電圧制御が可能となる。従って、図10のような電圧-電流変換のためのトランジスタが不要となり、開口率を高めることが可能となる。

【0020】なお、基板、電極、有機EL材料には、従来のものをそのまま使用することができる。

【0021】有機ELとする場合、図4に示すように、有機半導体層にp-n接合を導入すること、多量の再結合を発生させることができる。また、本発明の有機ELでは、有機半導体層の厚さを従来よりも大きくすることが有利であり、これにより、発光強度を高めるとともに、デバイスの信頼性の向上も見込むことができる。

【0022】図4の有機ELの構成を説明する。ガラスまたはポリマー等の透明な材質から成る基板41上に、正

及び負の制御電極 4 2 を立設する。両制御電極 4 2 の表面には、酸化等により絶縁層 4 3 を形成する。基板 4 1 上には、まず透明陽極 4 6 を積層し、更に正孔輸送層 4 4 及び電子輸送層（発光層）4 5 を順に積層する。電子輸送層 4 5 の上部には陰極 4 7 を積層する。

【0023】もちろん、正孔輸送層 4 4 と電子輸送層 4 5（及び陽極/陰極）を逆に積層してもよい。

【0024】上記正孔輸送層 4 4 には、例えばトリフェニルアミン、4,4',4''-tris[3-methylphenyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[1-naphthyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[2-naphthyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[biphenyl-4-yl-(3-methylphenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tris[9,9-dimethyl-2-fluorenyl(phenyl)amino]triphenylamine、4,4',4''-tri(N-carbazolyl)triphenylamine、1,3,5-tris[N-(4-diphenylaminophenyl)phenylamino]benzene、1,3,5-tris[4-(methoxyphenyl(phenyl)amino)phenyl]benzene、N,N'-di(biphenyl-4-yl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine、N,N,N',N'-tetraakis(9,9-dimethyl-2-fluorenyl)-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine等を用いることができる。上記電子輸送層 4 5 には、例えばキノロールアルミ錯体、oxadiazole誘導体、1,3,5-tris[5-(4-tert-butylphenyl)1,3,4-oxadiazol-2-yl]benzene、5,5'-bis(dimesitylboryl)-2,2'-bithiophene、5,5'-bis(dimesitylboryl)-2,2':5'2'-terthiophene等を用いることができる。

【0025】上記制御電極 4 2 には、例えば例えば金、アルミニウム、シリコン、ポリシリコン等や透明電極を用いることができる。陽極 4 6 には、ITO、インジウム亜鉛酸化物、導電性ポリアニリン等を用いることができる。陰極 4 7 には、マグネシウム銀合金、マグネシウムインジウム合金、マグネシウム銅合金、アルミニウムリチウム合金等を用いることができる。

【0026】なお、図 6 に示した現在の有機 EL の構造では、再結合領域と金属電極が非常に近いため、レーザにしようとしても金属電極による光の吸収が問題となる。それに対し、本発明に係る有機 EL では、FET 移動度が高 \*

い材料を厚く積層させることにより、注入型有機レーザを実現できる可能性がある（一般に知られている有機半導体の移動度（例えば TOF や I-V 特性等を用いて測定した値）と FET 移動度とは異なる可能性もある）。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係るサイドゲート型有機 FET の基本構成を示す断面図。

【図 2】 本発明に係るサイドゲート型有機 FET の別の構成例を示す断面図。

【図 3】 本発明に係るサイドゲート型有機 EL の一構成例を示す断面図。

【図 4】 本発明に係るサイドゲート型有機 EL の別の構成例を示す断面図。

【図 5】 従来の有機 FET の構成を表す断面図。

【図 6】 従来の有機 EL の構成を表す断面図。

【図 7】 有機 EL の電流密度と発光輝度の関係を示すグラフ。

【図 8】 有機 EL の電圧と発光輝度の関係を示すグラフ。

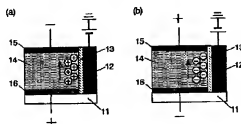
【図 9】 有機 EL の電圧と電流密度の関係を示すグラフ。

【図 10】 アクティブマトリクス方式の有機 EL 駆動回路の回路図。

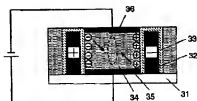
【符号の説明】

- 1 1、2 1…基板
- 1 2、2 2…ゲート電極
- 1 3、2 3…絶縁層
- 1 4、2 4…キャリア移動層
- 1 5、2 5…上部電極
- 1 6、2 6…下部電極
- 3 1、4 1…基板
- 3 2、4 2…制御電極
- 3 3、4 3…絶縁膜
- 3 4…有機 EL 発光層
- 4 4…正孔輸送層
- 4 5…電子輸送層（発光層）
- 3 5、3 6、4 6、4 7…注入電極

【図 1】

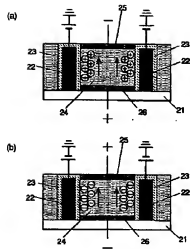


【図 3】

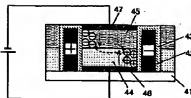




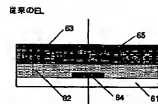
【図2】



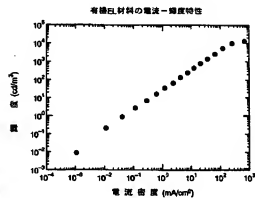
【図4】



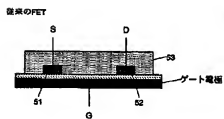
【図6】



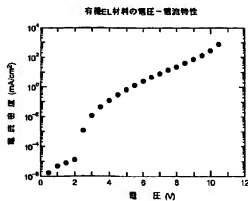
【図7】



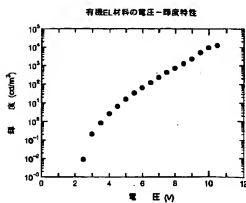
【図5】



【図9】

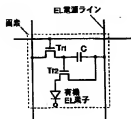


【図8】



【図10】

アクティブマトリクス方式の有機EL駆動回路



フロントページの続き

(72)発明者 松重 和美

京都市左京区吉田本町 京都大学ベンチャ  
ービジネスラボラトリー内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB11 AB18 DB03

SF110 AA07 BB01 CC09 DD01 DD02

EE02 EE08 EE09 EE27 EE30

FF22 GG05 HK02 HK03 HK07